

基于5G技术的广电网络传输效率提升研究

冯巍枫

平湖市传媒中心 浙江 嘉兴 314200

摘要：本文探讨了5G技术在广电网络传输效率提升中的应用与影响，通过分析5G技术的核心特性，如高速率、低时延和大容量连接，以及广电网络当前的传输现状与痛点，文章阐述了5G与广电网络的融合适配性。详细分析了5G技术对广电网络传输带宽、传输时延和移动性与覆盖能力的积极影响，并介绍了频段资源优化、传输协议与架构优化、抗干扰与传输可靠性增强等关键技术。最后，通过超高清视频传输、互动媒体业务和广电应急通信等实践场景，展示了5G技术在广电网络中的具体应用和成效。

关键词：5G技术；广电网络；传输效率；网络融合；技术应用

1 5G 技术与广电网络传输基础

1.1 5G技术核心特性

5G作为新一代移动通信技术，具有诸多令人瞩目的核心特性。首先，高速率是其显著标志之一。5G网络的理论峰值速率可达10Gbps甚至更高，相比4G网络有了质的飞跃。这一特性使得大量数据的快速传输成为可能，为高清视频、虚拟现实等大流量业务提供了坚实的网络基础。5G网络的端到端时延可低至1毫秒，远远低于4G网络的几十毫秒。低时延特性对于实时性要求极高的业务至关重要，如远程医疗手术、工业自动化控制等，在广电网络中，也能为互动媒体业务带来更流畅的用户体验。另外，5G还具备大容量连接的能力。它能够支持每平方公里百万级别的设备连接，这使得物联网在广电网络中的应用得以广泛拓展，各种智能终端设备可以轻松接入网络，实现信息的互联互通。

1.2 广电网络传输现状与痛点

当前，广电网络在传输方面面临着诸多挑战。在传输带宽方面，随着用户对高清、超高清视频内容需求的不断增长，现有的广电网络带宽逐渐难以满足需求。高清视频的传输需要较大的带宽支持，而超高清视频更是对带宽提出了极高的要求，带宽不足导致视频卡顿、画质下降等问题时有发生，严重影响用户体验。在一些互动性较强的业务中，如在线游戏、实时投票等，过高的时延会使业务无法正常开展，用户操作与反馈之间存在明显延迟，降低了业务的趣味性和实用性。同时，广电网络的移动性和覆盖能力存在一定局限。传统的广电网络主要基于有线电视网络，用户在移动过程中难以获得稳定的信号，无法实现随时随地的视频观看。而且，在一些偏远地区或复杂地形环境下，广电网络的覆盖效果不佳，部分用户无法享受到优质的广电服务^[1]。

1.3 5G与广电网络的融合适配性

5G技术与广电网络具有高度的融合适配性。从技术层面来看，5G的高速率、低时延和大容量连接特性能够完美弥补广电网络在传输方面的不足。高速率可以满足广电网络对大流量视频内容的传输需求，低时延能够提升互动业务的实时性，大容量连接则为物联网设备在广电网络中的应用提供了可能；在业务层面，5G技术为广电网络带来了新的业务拓展空间。广电网络可以借助5G技术开展超高清视频直播、虚拟现实/增强现实（VR/AR）体验、云游戏等新兴业务，丰富业务类型，提升用户粘性。同时，5G的移动性特点使得广电网络能够突破传统有线电视网络的限制，实现移动观看，为用户提供更加便捷的服务；从产业生态层面分析，5G技术与广电网络的融合有助于推动产业升级和协同发展。广电行业可以与通信行业、互联网行业等深度合作，整合各方资源，共同打造全新的产业生态，实现互利共赢。

2 5G 技术对广电网络传输的影响分析

2.1 传输带宽拓展

5G技术为广电网络传输带来了显著的带宽拓展。5G网络采用了更先进的调制编码技术、大规模天线阵列技术等，能够充分利用频谱资源，大幅提高数据传输速率。在广电网络中，这意味着可以传输更高分辨率的视频内容，如4K、8K超高清视频。以往由于带宽限制，超高清视频的普及受到一定阻碍，而5G时代，高速稳定的网络能够确保超高清视频的流畅播放，为用户带来极致的视觉体验。另外，带宽的拓展还使得广电网络能够同时传输更多的频道和节目。运营商可以增加高清频道的数量，丰富节目内容，满足用户多样化的需求。同时，也为开展多视角直播、互动点播等业务提供了可能，进一步提升用户的观看选择和参与度。

2.2 传输时延优化

5G技术的低时延特性对广电网络传输产生了积极影响。在互动媒体业务中,低时延能够保证用户操作与反馈的实时性。例如,在在线投票、实时竞猜等业务中,用户的投票结果能够迅速反馈到系统中,并及时展示给其他用户,增强了业务的互动性和趣味性;对于广电网络的直播业务,低时延可以减少直播信号的延迟,使观众能够更及时地观看到现场实况。在一些体育赛事、新闻直播等场景中,低时延的直播能够让观众仿佛置身于现场,提升了观看体验。低时延还有助于实现远程制作和远程导播等业务,提高广电节目的制作效率和质量。

2.3 移动性与覆盖能力增强

5G技术的移动性优势为广电网络带来了全新的发展机遇。用户可以通过5G终端设备,如智能手机、平板电脑等,随时随地观看广电节目,不再受传统有线电视网络的束缚。无论是在户外旅行、乘坐交通工具还是在家中移动,用户都能享受到稳定、高清的广电服务,真正实现了广电服务的移动化和便捷化。在覆盖能力方面,5G网络采用了多种覆盖技术,如宏基站、微基站、皮基站等相结合的方式,能够有效扩大网络覆盖范围。特别是在一些偏远地区和复杂地形环境下,5G技术可以通过灵活部署基站,提高信号覆盖质量,使更多用户能够接入广电网络,享受到优质的广电服务^[2]。同时,5G技术还支持室内深度覆盖,解决了室内信号盲区的问题,进一步提升了广电网络的覆盖能力。

3 5G 提升广电网络传输效率的关键技术

3.1 频段资源优化利用技术

频段资源优化是5G与广电网络融合的基础,需重点协调广电专用频段与5G频段的使用。采用动态频谱共享技术,可实现700MHz等广电频段在广电业务与5G业务间的灵活分配:非高峰时段,将部分频段资源分配给5G网络承载数据业务;广电业务高峰时段(如黄金档电视播出),自动回收频段资源保障广电传输,该技术在试点中使频段资源利用率提升40%。频段聚合技术可整合多频段资源提升传输带宽,将广电700MHz频段与5G3.5GHz频段进行聚合,形成“低频+高频”的混合传输链路,低频段保障覆盖与穿透能力,高频段提供大带宽,实测中聚合后传输速率较单频段提升2-3倍,同时满足覆盖与带宽需求。此外,通过干扰协调算法,实时监测频段使用情况,当5G信号与广电信号出现频段重叠时,自动调整发射功率与频率,将干扰信号强度控制在-110dBm以下,避免对广电信号传输造成影响。

3.2 传输协议与架构优化技术

传输协议优化需适配5G网络特性,基于QUIC协议改进广电内容传输协议是有效路径。QUIC协议结合了TCP与UDP的优势,支持连接复用与0-RTT握手,可减少连接建立时延,在广电视频传输中应用时,将视频数据包传输的连接建立时间从TCP的300ms缩短至50ms以内,且丢包时仅重传丢失的数据包,而非像TCP那样重传后续所有数据包,视频传输卡顿率降低35%。网络架构上,采用“5G核心网+广电接入网”的融合架构,在广电HFC网络中部署5G小基站,通过IP化改造实现与5G核心网的对接,用户终端可同时接入HFC网络与5G网络,自动选择最优传输链路。基于网络切片技术为不同广电业务创建专属切片,如为超高清视频业务分配带宽100Mbps、时延10ms的切片,为互动业务分配带宽50Mbps、时延5ms的切片,保障不同业务的传输质量,切片隔离后业务间干扰率从15%降至1%以下。

3.3 抗干扰与传输可靠性增强技术

多链路冗余传输技术可提升广电内容传输的可靠性,利用5G多连接特性,同时通过主链路(如5G3.5GHz频段)与备用链路(如广电700MHz频段)传输同一内容,接收端对两路数据进行比对与合并,当主链路出现干扰时,自动切换至备用链路,切换时间小于10ms,传输中断率从3%降至0.1%以下。在恶劣天气(如暴雨、大雾)场景中,该技术使广电信号的稳定接收率保持在95%以上。自适应调制编码技术根据信道质量动态调整传输参数,当5G信号强度高(信噪比大于20dB)时,采用高阶调制(如256QAM)提升传输速率;当信号受干扰(信噪比低于10dB)时,自动切换至低阶调制(如QPSK)保障传输稳定性,调制方式切换响应时间小于50ms,确保视频画面在复杂环境下仍能流畅播放。此外,部署干扰抑制滤波器,过滤5G频段与广电频段间的杂散信号,滤波器抑制衰减大于40dB,进一步降低频段间干扰^[3]。

4 5G 技术在广电网络传输中的实践场景

4.1 超高清视频传输场景

在4K/8K超高清电视传输中,5G技术解决了传统网络带宽不足的问题。某广电运营商搭建“5G+超高清”传输平台,通过5G独立组网承载8K视频信号,采用AV1编码技术(压缩效率较H.265提升30%),结合边缘计算缓存热门8K节目,用户终端通过5GCPE接入网络,实测显示8K视频传输码率稳定在60Mbps,画面分辨率达7680×4320,帧率50fps,无卡顿、花屏现象,用户满意度达98%。大型活动直播场景中,5G实现超高清视频的灵活回传。在某体育赛事直播中,采用5G背包作为移动采集设备,拍摄的4K视频通过5G网络实时回传至电视台演

播室,回传时延仅8ms,画质达到广播级标准,相比传统卫星回传方案,设备重量从20kg降至5kg,部署时间从2小时缩短至15分钟,传输成本降低60%,同时支持多机位同时回传,实现赛事多视角直播。

4.2 互动媒体业务传输场景

VR/AR广电互动业务中,5G的低时延特性保障实时交互。某广电平台推出VR虚拟演播室业务,用户佩戴VR眼镜进入虚拟场景,与主持人进行实时互动,5G网络将交互指令传输时延控制在8ms,虚拟场景渲染与用户动作的同步误差小于3ms,用户无眩晕感;通过网络切片为该业务分配专属资源,即使在高峰时段,业务带宽也能稳定保持在50Mbps,画面分辨率达4K,帧率90fps,互动操作响应流畅。实时互动点播场景中,5G提升用户操作体验。某IPTV平台基于5G网络优化互动功能,用户通过语音或遥控器进行“暂停、快进、切换节目”等操作时,指令通过5G网络传输至平台服务器,响应时间从传统网络的300ms缩短至80ms,同时支持多用户同时互动,平台并发互动请求处理能力从每秒1000次提升至每秒10000次,高峰时段互动操作成功率保持在99.5%以上^[4]。

4.3 广电应急通信传输场景

自然灾害应急通信中,5G保障广电信号不间断传输。在某地区洪水灾害中,传统广电传输线路受损,通过快速部署5G应急基站(部署时间小于2小时),利用无人机搭载5G中继设备扩大覆盖范围,构建临时广电传输网络,为灾区提供电视信号与应急信息播报服务,信号覆盖半径达5公里,灾区群众可通过手机、便携电视

接收信号,应急信息传递时效从2小时缩短至10分钟。重大事件现场报道中,5G实现多业务协同传输。在某大型会议报道中,广电团队通过5G网络同时传输高清视频(4K)、音频、图文数据,网络切片为不同业务分配资源(视频带宽80Mbps、音频带宽2Mbps、图文带宽5Mbps),传输过程中无资源竞争,视频画面流畅,音频无杂音,图文实时更新,记者可在现场通过5G终端实时编辑稿件、回传素材,报道发布时效提升50%。

结束语

综上所述,5G技术在广电网络传输中的应用,不仅显著提升了传输效率和用户体验,还为广电行业带来了新的业务拓展空间和产业升级机遇。未来,随着5G技术的不断成熟和广电网络的持续升级,相信广电网络将为用户提供更加优质、便捷、多样化的服务,进一步推动广电行业的繁荣发展。本文的研究成果也为广电行业在5G时代下的转型升级提供了有益的参考和借鉴。

参考文献

- [1]郭立.IPRAN技术在5G承载网络中的应用分析[J].通讯世界,2024,31(05):52-54.
- [2]吴强强.云网融合的5G承载网络技术发展趋势分析[J].智慧中国,2023,(Z1):96-97.
- [3]张健.基于广电700MHz基站5G网络江面覆盖的研究[J].广播电视网络,2023,30(09):75-78.
- [4]孙圣安.打造行业创新引擎,创建广电5G科研新高地——5G融合接入应用创新国家广播电视总局实验室创新与应用[J].广播电视网络,2023,30(09):20-22.